РЕМОНТИРУЕМ БЛОК ПИТАНИЯ МП-403

Михаил Киреев

Блоки питания ряда отечественных телевизоров, выпускавшихся с середины 90-х годов, выполнялись на дискретных элементах по довольно сложной принципиальной схеме, разобраться в работе которой непросто. Предлагаемая Вашему вниманию статья не только раскрывает принципы работы, но и содержит информацию по типовым дефектам такого блока.

Блок питания МП-403 применялся в телевизорах Витязь 51ТЦ-420Д2, а также в поздних моделях семейств 3/4УСЦТ. В схемном решении МП-403 подобен модулям питания МП-405, МП-41, КРП-501, которые использовались в разное время в телевизорах Рубин 51ТЦ-402/61ТЦ-405 (блок МП-403/405), Электрон 51/61ТЦ-433, Рубин 51ТЦ-465 (блок МП-405/41) и Горизонт 51CTV510 (блок КРП-501).

Принципиальная схема модуля питания МП-403 показана на рис. 1. Он состоит из сетевого выпрямителя на диодах VD7...VD10 с демпфирующими конденсаторами С10...С13 и накопительными конденсаторами С17, С18; высокочастотного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) со схемой защиты на VT2, VT3 и цепью блокировки на VT4; силового трансформатора T1; выходных выпрямителей на диодах VD13...VD15, VD17 с фильтрами С28, С31, С32, С34 и демпфирующими конденсаторами С23...С27; а также линейного стабилизатора выходного напряжения +12 В на транзисторах VT13...VT15 и стабилитроне VD18. В состав ШИМ-преобразователя входят управляемый импульсный автогенератор на транзисторах VT5, VT9 и тиристоре VS1, схема запуска на VT6, VT7, VD11 и схема сравнения на VT1, VD1.

Работает преобразователь следующим образом. При включении питания в начальный момент времени транзисторы VT4 и VT5 закрыты, т. к. напряжения эмиттер-база у них равны нулю. Коллекторный переход VT6 смещен в обратном направлении и заблокирован диодом VD11. На базу силового транзистора VT9 поступает начальный ток смещения около 4 мА через резистор R28, открытый транзистор VT7, эмиттерный переход VT6 и обмотку 3-5 T1. Транзистор VT9 открывается, и обмотка возбуждения 1-19 оказывается под напряжением около 300 В. Напряжение на выводе 5 обмотки 3-5 становится отрицательным относительно базы VT9 (≈10 В), открывая тем самым VT6 и VD11, в результате чего базовый ток VT9 увеличивается в десятки раз (≈150 мА), вводя VT9 в режим насыщения.

В это время напряжения на остальных обмотках отрицательны, и токи через них пренебрежимо малы, т. к. выпрямительные диоды закрыты. Другими словами, T1 в этот момент работает в режиме, близком к холостому ходу. Ток первичной обмотки, по закону индукции, начинает линейно возрастать, намагничивая ферритовый сердечник трансформатора. Пропорционально этому току растет напряжение на соединенных параллельно низкоомных резисторах R14, R16, служащих датчиком тока эмиттера VT9. При достижении порога срабатывания (при токе через VT9 около 3 А) открывается тиристор VS1, управляющий электрод которого связан с датчиком тока через делитель R11, R13, С4. Заметим, что VT1 пока заперт и не участвует в работе преобразователя.

Лавинообразно открывающийся VS1 запирает VT9, прикладывая к его базе небольшое отрицательное напряжение относительно эмиттера через цепочку С7, L1, R21 и отбирая ток базовой обмотки 3-5. По завершении процессов рассасывания VT9 закрывается, ток его эмиттера и напряжение на R14, R16 падают до нуля. При этом VD11 закрывается, и ток смещения, протекающий теперь через открытый тиристор, снова падает до 4 мА. Ток, накопленный в индуктивности обмотки 1-19, быстро заряжает емкость коллектор-эмиттер VT9, и напряжения на всех обмотках T1 меняют знак. Напряжение, приложенное к базе VT9 с вывода 3 обмотки 3-5, становится отрицательным, переводя транзистор в режим отсечки.

Энергия, накопленная в T1, через открывшиеся выпрямительные диоды начинает передаваться в нагрузку и заряжать конденсаторы выходных фильтров С28, С31, С32, С34 и конденсатор С2 схемы сравнения. Начнут также заряжаться конденсаторы С7 через VD6, L1, R21 и С5 через VD5. Но, поскольку в начальный момент все емкости разряжены, T1, фактически, работает в это время как генератор тока в режиме, близком к короткому замыканию. В результате отрицательное напряжение на С5 относительно эмиттера VT9 оказывается пока недостаточным для открывания VT5 и с его помощью — VT9, оно лишь закроет VS1, давая возможность открывания VT9 в «мягком» режиме начальным током смещения (≈4 мА). Ввиду малости этого тока, VT9 откроется только после полной отдачи в нагрузку накопленной в T1 электромагнитной энергии. Процесс генерации будет повторяться подобным образом, пока выходные конденсаторы не зарядятся в достаточной степени и напряжение на С5 не достигнет порога открывания танзистора VT5 (≈10 мс).

Далее преобразователь войдет в режим автогенерации с принудительным отпиранием VT9 через VT5 и R20. Период закрытого состояния VT9 в этом режиме фиксирован и определяется постоянной времени цепочки R17, С8.

При достижении выходными напряжениями своего номинального значения, пропорциональное им напряжение на C2 схемы сравнения, снимаемое с контрольной обмотки 7-11, достигнет порога открывания VT1, добавляя положительный ток в делитель R11, R13 через R7. Это приведет к более быстрому срабатыванию VS1 и уменьшению времени открытого состояния VT9, снижая энергию, запасаемую в T1 и передаваемую затем в нагрузку. Таким образом, осуществляется стабилизация выходных напряжений по принципу ШИМ.

Приблизительно через 100 мс после подачи питания через R19 положительными полупериодами сетевого напряжения заряжается конденсатор C9, открывая блокировочный транзистор VT4. Он отбирает на себя начальный ток смещения VT9, закрывая транзисторы VT7 и VT6 схемы запуска и, тем самым, предотвращая повторный запуск преобразователя в случае срыва генерации при срабатывании защиты или по сигналу «Откл.». Диод VD4 в этом случае блокирует заряд C5 положительным напряжением через VT4 и R28.

Схема защиты на транзисторах VT2 и VT3 представляет собой аналог динистора с порогом срабатывания около 6 В и служит для защиты от перенапряжения на выходе. При достижении отрицательным напряжением на C5 (относительно эмиттера VT9) этого порога динистор открывается, разряжая C5 и закрывая VT5, что приводит к срыву генерации. Чтобы опять запустить преобразователь, необходимо выключить питание на несколько секунд, так, чтобы разрядился C9, и снова включить.

Защита от перегрузки по току и короткого замыкания в нагрузке происходит аналогично, но уже без участия VT2, VT3. Напряжение на C5, отпирающее VT5, уменьшается при этом вследствие уменьшения напряжений на всех обмотках, включая обмотку 3-5, заряжающую C7 и C5 при закрытом VT9. При подаче сигнала «Откл.» транзистором VT11 через R31 и VD16 фактически создается режим перегрузки по току для одной из обмоток T1 (8-12), что также приводит к срыву генерации.

Поскольку сигнал обратной связи для стабилизации выходных напряжений в МП-403 снимается с контрольной обмотки 7-11, значения этих напряжений будут слегка зависеть от условий негрузки. Поэтому для шины +12 В применен дополнительный линейный стабилизатор на транзисторах VT13...VT15 и стабилитроне VD18. Он собран по классической компенсационной схеме и в комментариях не нуждается.

Отрицательный вывод сетевого выпрямителя и конденсаторов входного НЧ-фильтра C17, C18 соединен по высокой частоте с выходной «землей» МП-403 через высоковольтный конденсатор C19 для снижения импульсных помех. Для той же цели служат C36 и C37, являющиеся частью сетевого ВЧ-фильтра, собранного на плате фильтров питания (ПФП) и подавляющего импульсные и ВЧ-помехи в обе стороны. На ПФП установлены также балластный резистор для ограничения тока заряда C17, C18 и позистор для питания контура размагничивания кинескопа.

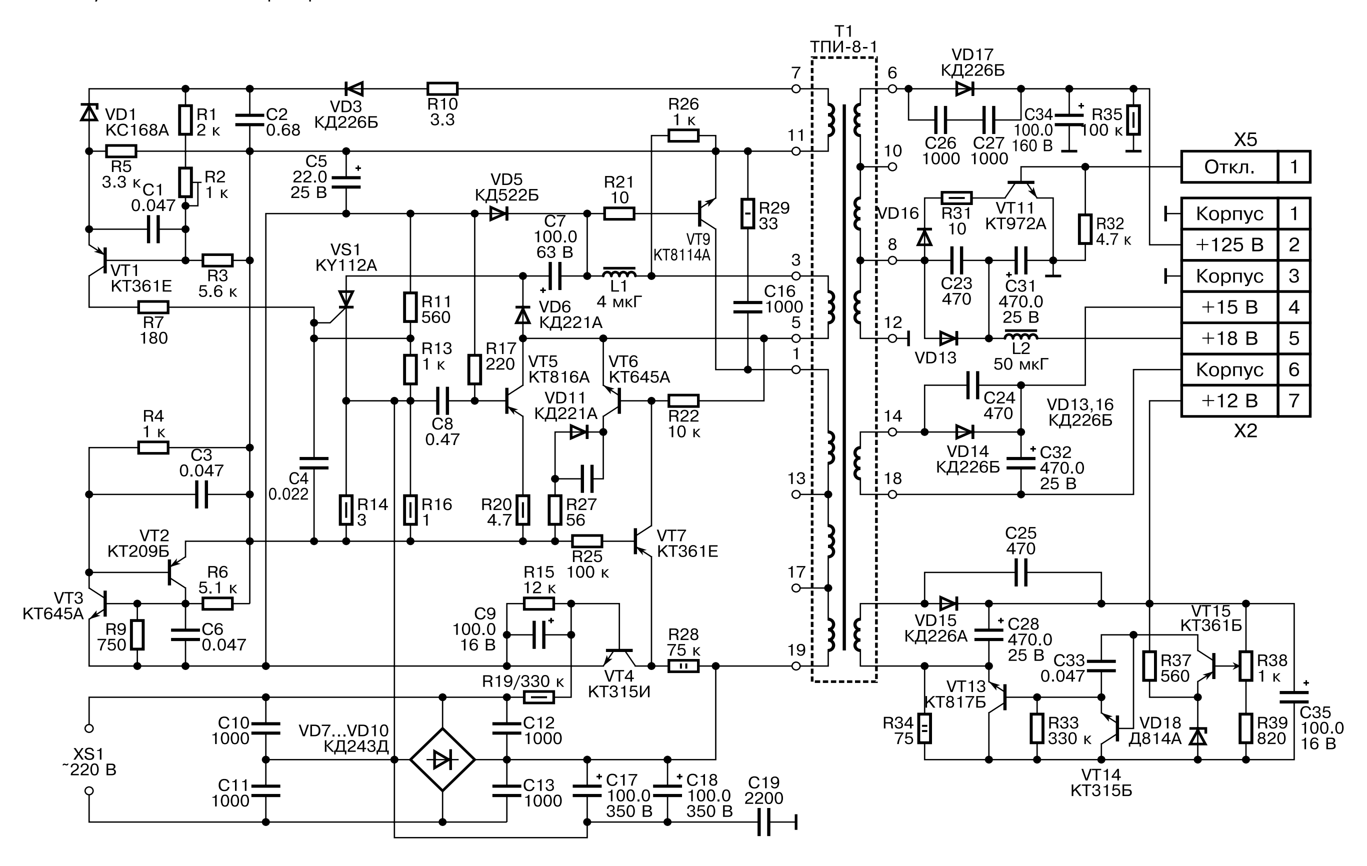


Рис. 1. Принципиальная схема блока питания МП-403

Ремонт модуля питания МП-403 следует выполнять с соблюдением всех мер предосторожности, характерных для импульсных сетевых блоков питания, т. е. все «прозвонки» и замены элементов, а также подключения и отсоединения измерительных щупов производить при выключенном питании, вынутой из розетки сетевой вилке и после полного разряда емкостей С17, С18 и С34; измерения при работающем модуле производить либо при питании модуля через трансформатор, либо вольтметром или осциллографом с батарейным питанием. При этом соединения щупов с точками замера должны быть механически надежными.

Важной особенностью ремонта импульсных высоковольтных блоков питания является возможный выход из строя сразу нескольких элементов. Поэтому после нахождения неисправного компонента не следует останавливаться, надо обнаружить и заменить все отказавшие детали, иначе после включения установленный исправный компонент может снова выйти из строя.

Характерные неисправности.

1. Телевизор не включается, перегорает сетевой предохранитель. Возможные причины — пробой одного или нескольких диодов сетевого моста VD7...VD10, конденсаторов С18, С19 или силового транзистора VT9. В последнем случае необходимо проверить/заменить также остальные элементы, связанные с силовой частью, в особенности тиристор VS1, транзисторы VT5, VT6, VT1, стабилитрон VD1, диоды VD6, VD11, резисторы R7, R11, R14, R16, R20, R21, R27, дроссель L1 и конденсатор С7. Возможен также пробой корпуса VT9 на радиатор. В этом случае следует заменить изоляционную прокладку.

2. Телевизор не включается, выпрямленное сетевое напряжение ≈300 В есть, генерация отсутствует. Вероятная причина — выход из строя элементов узла стабилизации на VT1. В этом случае срабатывает защита от перенапряжения на VT2, VT3, и генерация срывается. Необходимо проверить/заменить VT1, VD1, VD3, R7, R10. Вторая возможная причина – перегрузка по одной из вторичных цепей. Надо проверить/заменить все элементы вторичных цепей МП-403, начиная с выпрямительных диодов и электролитических конденсаторов, а также транзисторы VT13, VT15 и стабилитрон VD18 стабилизатора +12 В. Не стоит забывать, что перегрузка или КЗ может быть в одной из цепей нагрузки, т. е. в самом телевизоре, но это уже не относится к ремонту блока питания.

3. Телевизор включается. Растр и звук отсутствуют. Многократным нажатием кнопки включения питания иногда удается запустить телевизор в рабочий режим. Возможная причина — старение и частичная потеря емкости одного из конденсаторов выходных фильтров С28, С31, С32, С34 или С35. В этом случае желательно выпаять и проверить их все, т. к. примененные в МП-403 конденсаторы типа К50-35 через несколько лет работы зачастую теряют емкость.